



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G01N 33/542, 33/58, 33/533	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/01225 (43) Date de publication internationale: 23 janvier 1992 (23.01.92)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR91/00567</p> <p>(22) Date de dépôt international: 12 juillet 1991 (12.07.91)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 90/08981 13 juillet 1990 (13.07.90) FR</p> <p>(71) Déposant: CIS BIO INTERNATIONAL [FR/FR]; RN 306, F-91400 Saclay (FR).</p> <p>(72) Inventeurs: MATHIS, Gérard ; 17, impasse de la Capelle-des-Ladres, F-30200 Bagnols-sur-Cèze (FR). DUMONT, Christophe ; La Chafranière, Saint-André-D'Olerargues, F-30330 Connaux (FR). ASPE, Daniel ; 133, rue Aristide-Bergers, F-30290 Laudun (FR). FOYENTIN, Muriel ; La Résidence, 1, rue Georges-Taulier, F-84000 Avignon (FR). JOLU, Etienne, Jean-Pierre ; 2, allée du Romarin, F-30200 Bagnols-sur-Cèze (FR). NUTI, Dominique ; 23, rue du Chapeau-Rou, F-8400 Avignon (FR).</p>		<p>(74) Mandataires: GILLARD, Marie-Louise etc. ; Cabinet Beau de Loménie, 55, rue d'Amsterdam, F-75008 Paris (FR).</p> <p>(81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BB, BE (brevet européen), BF (brevet OAPI), BG, BJ (brevet OAPI), BR, CA, CF (brevet OAPI), CG (brevet OAPI), CH (brevet européen), CI (brevet OAPI), CM (brevet OAPI), CS, DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FI, FR (brevet européen), GA (brevet OAPI), GB (brevet européen), GN (brevet OAPI), GR (brevet européen), HU, IT (brevet européen), JP, KP, KR, LK, LU (brevet européen), MC, MG, ML (brevet OAPI), MN, MR (brevet OAPI), MW, NL (brevet européen), NO, PL, RO, SD, SE (brevet européen), SN (brevet OAPI), SU, TD (brevet OAPI), TG (brevet OAPI).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>
<p>(54) Title: METHOD FOR AMPLIFYING A SIGNAL EMITTED BY A LUMINESCENT COMPOUND</p> <p>(54) Titre: PROCEDE D'AMPLIFICATION DU SIGNAL D'EMISSION D'UN COMPOSE LUMINESCENT</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A method is provided for amplifying a signal emitted by a luminescent compound during a luminescence assay, as is its use in a method for detecting and/or determining by luminescence the presence of an analyte in a medium which is thought to contain it.</p> <p>(57) Abrégé</p> <p>L'invention concerne un procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent dans un dosage par luminescence, ainsi que son utilisation dans un procédé de détection et/ou de détermination par luminescence d'un analyte dans un milieu susceptible de le contenir.</p>		

+ DESIGNATIONS DE "SU"

La question de savoir dans quelles parties de l'ancienne Union soviétique la désignation de l'Union soviétique porte effet est en cours d'examen.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MN	Mongolie
BE	Belgique	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BF	Burkina Faso	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BG	Bulgarie	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BJ	Bénin	GR	Grèce	NO	Norvège
BR	Brsil	HU	Hongrie	PL	Pologne
CA	Canada	IT	Italie	RO	Roumanie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark				

Procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent.

05 L'invention a pour objet un procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent.

Elle a également pour objet un procédé de détection et/ou de détermination par luminescence d'un analyte dans un milieu le contenant, mettant en oeuvre ce procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent.

10 L'utilisation de dosages immunologiques pour l'analyse qualitative et quantitative de composés dans des fluides biologiques est à l'heure actuelle largement répandue.

Parmi les techniques existantes, les dosages par fluorimétrie ont pris une importance croissante.

15 En effet, ils présentent un certain nombre d'avantages parmi lesquels la sensibilité, la rapidité de la mesure, la stabilité et l'inocuité des réactifs marqués par des composés fluorescents et le coût relativement réduit.

20 Il est connu que les méthodes de détection utilisant la fluorescence sont intrinsèquement très sensibles et pourraient permettre des limites de détection inférieures à celles atteintes par des dosages immunologiques utilisant des réactifs radiomarqués, en particulier par l'utilisation de sources lumineuses modulables laser (I. Wieder, Immunofluorescence and related staining techniques, 1978, Elsevier).

25 Cependant la sensibilité de la technique dépend de nombreux paramètres.

30 Il ressort de l'art antérieur que la molécule fluorescente choisie comme traceur doit posséder les propriétés suivantes :

- elle doit posséder une fonction chimique permettant un couplage avec la molécule biologique sans la dénaturer ni modifier ses propriétés immunologiques ;
 - le coefficient d'absorption molaire de la molécule fluorescente
- 35 doit être le plus élevé possible ;

- le rendement quantique de fluorescence doit être le plus élevé possible ;
- le déplacement de Stokes doit être le plus important possible ;
- la longueur d'onde d'émission doit être si possible supérieure à 500 nm ;
- elle doit être soluble dans l'eau ou les solutions tampon.

Ces conditions sont précisées par exemple dans l'article de E. SOINI et al, Clin. Chem. 25, 353 (1979) ou dans I. HEMMILLA, Clin. Chem. 31/3, 359 (1985).

Dans le domaine des dosages immunofluorescents et en particulier des dosages immunologiques homogènes, l'une des conditions nécessaires à l'obtention d'un dosage à haute sensibilité est l'utilisation d'un marqueur fluorescent possédant un rendement quantique élevé, stable à faible dilution dans le milieu de mesure.

Par "dosage immunologique homogène", on entend un dosage dans lequel le signal de la molécule traceur est modifié lors de la liaison entre le ligand et le récepteur ou entre 2 ligands et le récepteur (l'un ou l'autre étant la molécule que l'on cherche à doser), ce qui évite de devoir séparer les molécules marquées restant libres dans le milieu de mesure de celles qui sont liées, avant d'effectuer la mesure.

Dans le cas des dosages immunologiques homogènes par fluorescence utilisant le transfert d'énergie, la condition du rendement quantique élevé du donneur est d'autant plus importante qu'il détermine également l'efficacité de transfert et par conséquent la quantité de lumière émise par l'accepteur, que l'on mesure (Ullman et al. Clinical Lab. Techniques for the 1980's, 1980, 13-43, A.R. Liss Ed.).

Ces critères de sélection du traceur luminescent s'appliquent de la même manière pour des dosages utilisant des molécules phosphorescentes.

La sensibilité de la mesure est également fortement affectée par le "bruit de fond" constitué par l'émission des autres molécules présentes dans l'échantillon à tester, susceptibles d'être excités en même temps que le traceur luminescent et

d'émettre à la longueur d'onde de mesure.

Ce problème se pose de manière particulièrement aigüe dans le cas de dosages en milieu sérique dans lequel de nombreuses molécules (protéines, etc..) sont susceptibles d'interférer dans la mesure.

05

Dans le cas des dosages immunofluorescents, les méthodes de mesure de fluorescence en temps résolu permettent de remédier partiellement à cet inconvénient. Le principe de ces méthodes est d'effectuer la mesure de la fluorescence émise par une molécule traceur ayant une durée de vie d'émission relativement longue, la mesure étant retardée dans le temps au-delà de la durée de vie d'émission des autres molécules présentes.

10

Il est dans ce cas nécessaire d'utiliser des molécules fluorescentes traceurs à durée de vie relativement longue telles que les chélates de terre rare.

15

Cette technique peut en particulier être utilisée dans le cas de dosages immunologiques homogènes par fluorescence utilisant un transfert d'énergie.

Le brevet US 4 822 733 décrit un procédé homogène de détection d'un analyte dans un échantillon, mettant en oeuvre un récepteur et un analyte marqués par des molécules fluorescentes ayant des durées de vie différentes. La mesure de la fluorescence résultant du transfert d'énergie est effectuée à un temps supérieur à la durée de vie d'émission de la molécule ayant la plus courte durée de vie.

20

25

Néanmoins, la mesure de fluorescence en temps résolu ne permet pas à elle seule de résoudre un des problèmes importants posés par les dosages immunofluorescents homogènes utilisant le transfert d'énergie qui est l'existence d'un signal résiduel du traceur portant la molécule fluorescente donneur lors de la mesure à la longueur d'onde de fluorescence de l'accepteur (Morrison, Anal Biochem 174, 119, 1988). Ce phénomène est encore plus important lorsque l'on opère avec des forts excès de traceur comme dans le cas des techniques sandwich ou lorsque l'on opère par compétition et que l'antigène marqué n'est pas pur.

30

35

Ce problème important qui limite la sensibilité a été évoqué par Ullman et al. (Clinical Lab. Techniques for the 1980's, 1980, 13-43, A.R. Liss Ed.) qui propose l'utilisation d'un anticorps anti-traceur pour inhiber le traceur libre en solution.

05 Ce phénomène est encore aggravé lorsque la durée de vie du donneur est longue comparée à celle mesurée sur l'accepteur.

De manière inattendue, on a maintenant trouvé qu'en mettant en oeuvre, en tant que composé luminescent donneur des molécules ayant un rendement quantique global faible, et donc
10 étant selon l'art antérieur inadéquates pour une utilisation dans un dosage, notamment un dosage immunologique par luminescence, il était possible en particulier de résoudre le problème du signal résiduel du traceur fluorescent sans nuire à l'efficacité du transfert, et par conséquent d'augmenter la sensibilité du dosage.

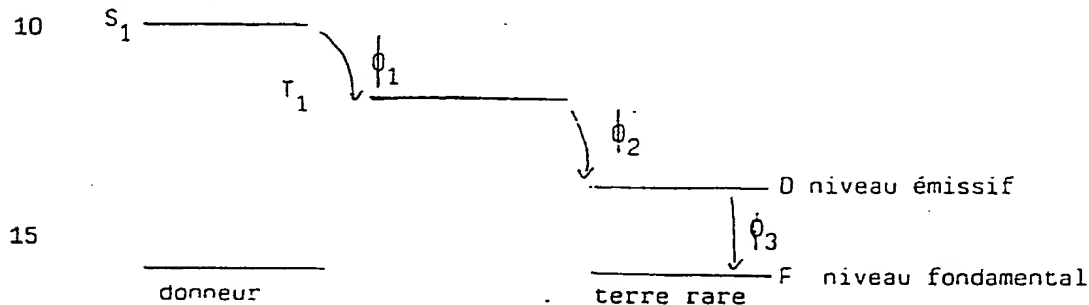
15 En effet, on a observé qu'en utilisant des composés accepteurs à des concentrations comparables à celles indiquées dans la littérature pour une utilisation avec un composé donneur à rendement quantique élevé, il était possible d'obtenir, avec un composé donneur ayant un rendement quantique global faible, une
20 efficacité de transfert élevée et on a constaté que l'intensité du signal mesuré sur l'accepteur était supérieure à celle du signal mesuré sur le composé donneur seul. Cette constatation permet d'effectuer une mesure précise et sensible avec un composé donneur ayant un rendement quantique global faible, ceci étant
25 surprenant compte tenu de l'analyse de l'art antérieur.

Il s'agit donc d'une méthode d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent donneur. De manière
avantageuse, cette amplification sera d'autant plus significative que le rendement quantique global du composé luminescent donneur
30 sera faible.

Une des hypothèses permettant d'expliquer le mécanisme de ce phénomène est de relier l'efficacité de transfert importante observée en utilisant un composé luminescent donneur ayant un
rendement quantique global faible, au seul rendement
35 de désactivation radiative du niveau émissif du donneur et non à

son rendement quantique global comme enseigné dans l'art antérieur.

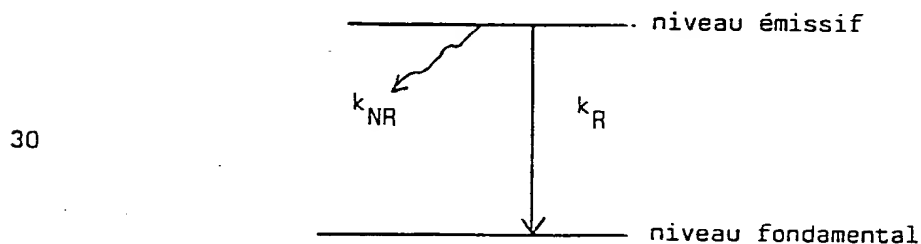
Dans le cas des cryptates et des chélates de terre rare utilisés comme traceurs fluorescents, on peut représenter les mécanismes photophysiques entre l'absorption et l'émission de la lumière à l'intérieur des terres rares de la manière suivante ; comme indiqué par exemple dans N. Sabbatini et al., dans Supramolecular Biochemistry, 1987, p. 187-206, Reidel Dordrecht, Ed.V. Balzani.



L'énergie d'excitation sert à peupler le niveau S_1 qui par transition inter-système peuple le triplet. Le triplet transfère son énergie sur le niveau émissif de la terre rare qui se désactive radiativement ou non. Le rendement global de fluorescence est le produit des rendements de ces différentes étapes :

$$\phi_T = \phi_1 \times \phi_2 \times \phi_3$$

La dernière étape est la désactivation du niveau émissif de la terre rare. Elle recouvre des désactivations de différentes natures qui s'effectuent à différentes vitesses.



Le rendement de désactivation radiative du niveau émissif de la terre rare s'exprime par la formule

$$\phi_3 = \frac{k_R}{k_R + k_{NR}}$$

dans laquelle

05 k_R est la vitesse de désactivation radiative et k_{NR} est la somme des vitesses de désactivation non radiatives. La somme de ces 2 vitesses de désactivation s'exprime par k_D .

Dans le cas d'un transfert d'énergie entre un donneur et un accepteur, l'efficacité de transfert s'exprime par :

$$10 \quad E = \frac{k_T}{k_T + k_R + k_{NR}} = \frac{k_T}{k_T + k_D}$$

De manière générale, il est considéré dans l'art antérieur que la vitesse de transfert k_T dépend du rendement quantique global ϕ_T . Ceci est, par exemple, indiqué dans D. Thomas et al. PNAS, 1978, 75, 5746 - 5750, par la relation

$$k_T = k_0 \left(\frac{r}{R_0} \right)^{-6} \quad \text{dans laquelle}$$

- r est la distance entre le donneur et l'accepteur,

- R_0 est la distance donneur-accepteur à laquelle l'efficacité de transfert est de 50 %,
 20

et R_0 est fonction de Q_0 , qui représente le rendement quantique global.

Dans le cas des molécules traceurs phosphorescentes, les mécanismes de désactivation sont analogues mais la désactivation radiative a lieu à partir du niveau triplet.

25 Les composés luminescents accepteurs que l'on peut utiliser pour obtenir l'amplification des signaux d'émission des composés luminescents donneurs sont choisis en fonction de ces derniers et plus précisément en fonction de leur rendement de désactivation radiative de leur niveau émissif.

30 En effet, on a trouvé que l'amplification du signal d'émission du composé donneur a lieu lorsque la relation

$$E \phi_A > \phi_3$$

dans laquelle :

- E est l'efficacité de transfert,
 - ϕ_A est le rendement quantique du composé accepteur,
 - 05 - ϕ_3 est le rendement de désactivation radiative du niveau émissif,
- est remplie.

On peut exprimer ces variables par les formules suivantes:

10

$$E = \frac{k_T}{k_T + k_D}$$

15

$$\phi_3 = \frac{k_R}{k_D}$$

$$k_T = k_R J R^{-6} K$$

20

dans lesquelles :

- E, k_T , k_R et k_D ont les significations données plus haut,
- J représente l'intégrale de recouvrement des spectres,
- R représente la distance donneur-accepteur dans l'essai considéré,

25

et $k = n^{-4} \times 5,87 \times 10^{23}$, n étant l'indice de réfraction du milieu, lorsque R est exprimé en Å et J en $\text{cm}^3 \text{M}^{-1}$.

E peut donc être exprimé par la relation

30

$$E = \frac{1}{1 + \frac{1}{\phi_3 R^{-6} K J}}$$

la relation $E \phi_A > \phi_3$ peut être exprimée par

35

$$\frac{E}{\phi_3} > \frac{1}{\phi_A}$$

que l'on peut également exprimer par

$$05 \quad \frac{1}{\phi_3 + \frac{1}{R^{-6} KJ}} > \frac{1}{\phi_A} \quad \text{ou encore} \quad \phi_A - \phi_3 > \frac{R^6}{KJ}$$

$$10 \quad \text{La relation} \quad \phi_A - \phi_3 > \frac{R^6}{5,87 \cdot 10^{23} \times n^{-4} \times J}$$

régit donc le choix du composé accepteur en fonction du composé donneur car les valeurs ϕ_A , ϕ_3 et J sont caractéristiques du couple accepteur/donneur.

15 L'intégrale de recouvrement des spectres J est calculée comme indiqué dans Conrad et al, Biochemistry, 1968, 7, 777-787.

Le rendement de désactivation radiative du niveau émissif ϕ_3 est calculé de manière connue dans la littérature, comme décrit par exemple dans N. Sabbatini et al, dans Supramolecular Biochemistry, 1987, p.187-206, Reidel Dordrecht, 20 Ed. V. Balzani.

L'invention a donc pour objet un procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent utilisé comme composé donneur dans un dosage par luminescence, dans lequel on met en oeuvre également un composé luminescent accepteur, 25 caractérisé en ce que le composé luminescent donneur possède un rendement quantique global faible et en ce que le rendement quantique de désactivation radiative du niveau émissif du donneur est inférieur au rendement quantique de l'accepteur.

En tant que composé luminescent donneur mis en oeuvre 30 dans un dosage par luminescence, on utilisera avantageusement des composés à longue durée de vie tels que des chélates ou des cryptates de terre rare fluorescents ou encore des molécules phosphorescentes.

Dans un aspect préféré, l'invention a pour objet un 35 procédé d'amplification du signal d'émission d'un cryptate ou d'un

05 chelate de terre rare utilisé comme composé luminescent donneur dans un dosage par luminescence, dans lequel on met en oeuvre également un composé luminescent accepteur, caractérisé en ce que le cryptate ou le chelate de terre rare possède un rendement quantique global faible et en ce que le rendement quantique de désactivation radiative du niveau émissif de la terre rare est inférieur au rendement quantique de l'accepteur.

10 Un autre aspect de l'invention concerne un procédé homogène de détection et/ ou de détermination par luminescence d'un analyte dans un milieu susceptible de le contenir, par mise en évidence du produit de la réaction entre l'analyte et au moins un récepteur correspondant, consistant :

- 1) à ajouter audit milieu un premier réactif constitué d'au moins un récepteur dudit analyte,
- 15 2) à ajouter un second réactif choisi parmi l'analyte ou au moins l'un de ses récepteurs, l'un des deux réactifs étant couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare et l'autre réactif étant couplé avec un composé luminescent accepteur, l'ordre d'ajout des réactifs pouvant être inversé, et, après excitation du mélange par une source de lumière à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 20 3) à mesurer le signal d'émission du composé luminescent accepteur,
- 25 dans lequel le cryptate ou le chelate de terre rare utilisé comme composé donneur possède un rendement quantique global faible et un rendement de désactivation du niveau émissif de la terre rare inférieur au rendement quantique de l'accepteur.

Dans la présente description on définit par :

- 30 - "analyte" toute substance ou groupe de substances analogues à détecter et/ou déterminer ;
- "récepteur" toute substance capable de se fixer spécifiquement sur un site dudit analyte ;
- "composé luminescent" toute substance qui, excitée à une longueur d'onde donnée, est capable d'émettre de la lumière.
- 35

Dans un aspect préféré, le procédé homogène de détection et/ou de détermination d'un analyte dans un milieu susceptible de le contenir selon l'invention est une méthode par excès consistant;

- 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par au moins un récepteur dudit analyte, couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare,
- 2) à ajouter un second réactif constitué par un ou plusieurs autres récepteurs dudit analyte, ledit second réactif étant couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 3) à faire incubier ledit milieu après chaque addition de réactifs ou après l'addition des deux réactifs,
- 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur.

Dans un aspect préféré, on utilisera dans la méthode par excès ci-dessus un seul récepteur de l'analyte qui est couplé soit avec le composé luminescent donneur, soit avec le composé luminescent accepteur.

- 20 Dans un autre aspect, ce procédé est une méthode par compétition consistant :

- 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par un récepteur dudit analyte, couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare,
- 2) à ajouter un second réactif constitué de l'analyte couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 3) à faire incubier ledit milieu après chaque addition de réactifs ou après l'addition des deux réactifs,
- 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur .

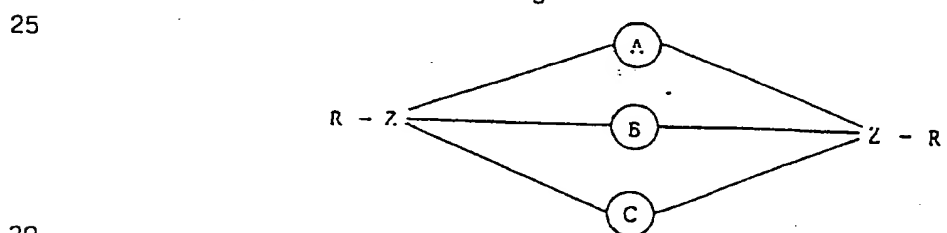
Le procédé homogène de détection et/ou de détermination d'un analyte selon l'invention peut également s'appliquer à une méthode par compétition consistant :

- 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par un récepteur dudit analyte, ledit récepteur étant couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 05 2) à ajouter, un second réactif constitué de l'analyte couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chélate de terre rare,
- 3) à faire incuber ledit milieu soit après l'addition de chaque réactif, soit après l'addition des deux réactifs,
- 10 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur.

Dans un aspect avantageux, le premier réactif et le second réactif utilisés dans les procédés de détection et/ou de détermination d'un analyte indiqués ci-dessus sont ajoutés
15 simultanément au milieu contenant l'analyte recherché.

En tant que composé luminescent donneur, on utilisera avantageusement des chélates ou des cryptates de terbium, europium, dysprosium, samarium ou neodymium. On utilisera de
préférence un chélate ou un cryptate de terbium ou d'europium.

20 Dans un aspect avantageux, les cryptates de terre rare pouvant être mis en oeuvre dans les procédés selon l'invention sont décrits dans la demande EP 180 492. Ces composés sont constitués d'au moins un sel de terre rare complexé par un composé macropolycyclique de formule générale

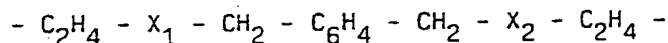
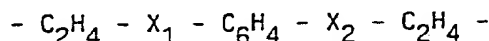


dans laquelle Z est un atome ayant trois ou quatre valences, tel que l'azote, le carbone ou le phosphore, R est rien ou représente l'hydrogène, le groupe hydroxy, un groupe amino ou un radical hydrocarboné, les radicaux bivalents (A), (B) et (C) sont
35 indépendamment l'un de l'autre des chaînes hydrocarbonées qui

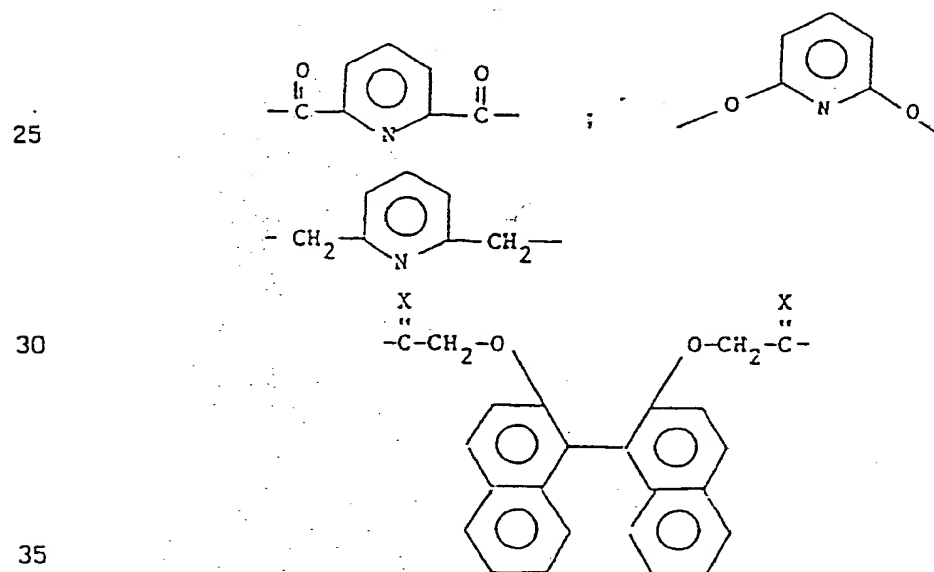
contiennent éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes et sont éventuellement interrompues par un hétéromacrocycle, au moins l'un des radicaux (A), (B) ou (C) comportant de plus au moins un motif moléculaire ou étant essentiellement constitué par un motif moléculaire, ledit motif moléculaire possédant une énergie de triplet supérieure à celle du niveau émissif de l'ion de terre rare complexé.

Des motifs moléculaires particulièrement préférés aux fins de l'invention sont la phénanthroline, l'anthracène, le benzène, le naphthalène, les bi- et ter-phényle, les bipyridines, les biquinoléines, notamment les bi-isoquinoléines, par exemple la 2,2'-bipyridine, l'azobenzène, l'azopyridine, la pyridine ou la 2,2'-bi-isoquinoléine.

A titre d'exemples de radicaux (A), (B) et (C) comportant un motif donneur d'énergie, on peut citer notamment les chaînes ci-après :



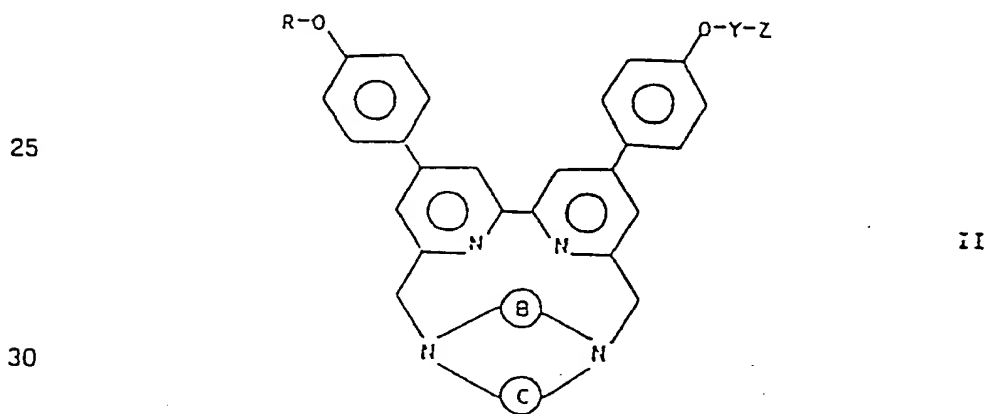
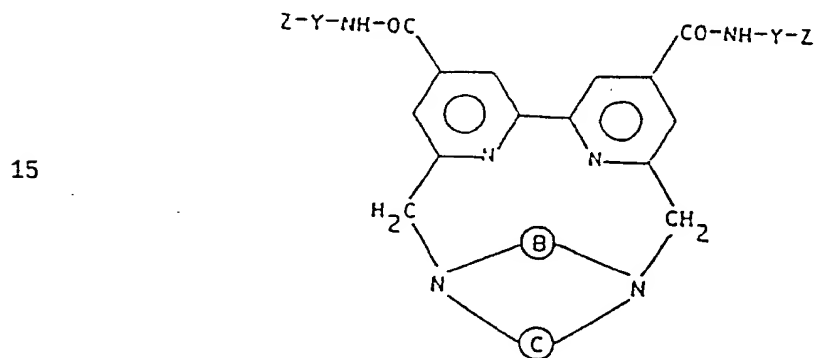
X_1 et X_2 pouvant être identiques ou différents désignent l'oxygène, l'azote ou le soufre ;



X étant l'oxygène ou l'hydrogène.

Des composés décrits dans la demande EP 0 180 492
utilisés de préférence dans le procédé de l'invention sont le
cryptate de terbium Tb trisbipyridine et le cryptate d'euporium
05 Eu trisbipyridine.

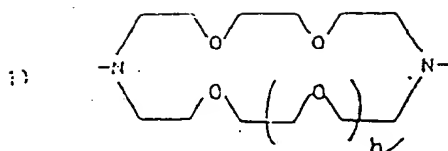
D'autres cryptates de terre rare utilisables dans le
procédé de l'invention sont décrits dans la demande EP
321 353. Ils sont constitués d'au moins un sel de terre rare
complexé par un composé macropolycyclique répondant à l'une des
10 formules I ou II ci-après :



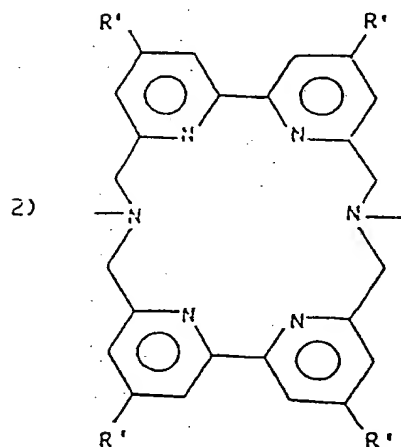
dans lesquels :

35 - le cycle de formule est l'un des cycles suivants :

05

 $n = 0$ ou 1macrocycle $[N_2O_4]$ ou cycle (22)macrocycle $[N_2O_3]$ ou cycle (21)

10



macrocycle bis-bipyridine

15

- 20 - Y est un groupe ou un bras d'espaceur qui est constitué par un radical organique bivalent, choisi parmi les groupes alkylène linéaires ou ramifiés en C_1 à C_{20} , contenant éventuellement une ou plusieurs doubles liaisons et/ou étant éventuellement interrompus par un ou plusieurs hétéroatomes, tels que l'oxygène, l'azote, le
- 25 soufre ou le phosphore, parmi les groupes cycloalkylène en C_5 - C_8 ou parmi les groupes arylène en C_6 à C_{14} , lesdits groupes alkylène, cycloalkylène ou arylène étant éventuellement substitués par des groupes alkyle, aryle ou sulfonate.
- 30 - Z est un groupe fonctionnel susceptible de se lier de façon covalente avec une substance biologique ;
- R est un groupe méthyle ou représente le groupe -Y-Z ;
- R' est l'hydrogène ou un groupe -COOR'' dans lequel R'' est un groupe alkyle en C_1 à C_{10} et représente de préférence le groupe méthyle, éthyle ou tertibutyle ou bien R' est un groupe
- 35 -CO-NH-Y-Z.

A titre d'exemples de groupes fonctionnels appropriés, on peut citer notamment les groupes amino, thio, cyano, isocyano, isothiocyano, thiocyano, carboxyle, hydroxyle, maléimido, succinimido, mercapto, phénol, imidazole, aldéhyde, époxyde, halogénure, thionyle, sulfonyle, nitrobenzoyle, carbonyle, triazo, anhydride, halogénoacétate, hydrazino, acridine etc.

Les groupes particulièrement préférés sont les groupes amino, thio et carboxy qui doivent être activés avant le couplage covalent avec la substance biologique ainsi que les groupes maléimido, succinimido et isothiocyanate, lesquels peuvent se lier directement avec la substance biologique.

Des composés décrits dans la demande EP 321 353 avantageusement utilisés dans les procédés de l'invention sont le cryptate d'euporium Eu trisbipyridine diamine et le cryptate de terbium Tb trisbipyridine diamine.

Les cryptates de terre rare décrits ci-dessus présentent de plus l'avantage d'avoir une longue durée de vie de l'ordre de plusieurs dizaines de μ s, ce qui permet d'une part d'utiliser la technique de la mesure en temps résolu et ainsi de neutraliser les émissions parasites et, d'autre part, d'utiliser pour la mesure un matériel classique.

On peut également utiliser comme composés luminescents donneurs des composés phosphorescents tels que l'éosine ou l'érythrosine.

Les composés luminescents accepteurs utilisés dans les procédés de l'invention sont choisis en fonction des composés donneurs comme indiqué plus haut.

Lorsque le composé luminescent donneur est un cryptate d'euporium fluorescent, on utilisera avantageusement un composé fluorescent accepteur choisi parmi l'allophycocyanine, l'allophycocyanine B, la C phycocyanine ou la R phycocyanine.

Dans le cas de l'utilisation d'un cryptate de terbium comme composé donneur, on utilisera avantageusement un composé fluorescent accepteur choisi parmi les rhodamines, la thionine, la R phycocyanine, la phycoerythrocyanine, la C phycoerythrine, la B

phycoerythrine ou la R phycoerythrine.

On peut également utiliser comme composé luminescent donneur un composé phosphorescent tel que l'éosine ou l'erythrosine. Dans ce cas on utilisera avantageusement un composé fluorescent accepteur choisi parmi les chlorophylles telles que
05 celles citées dans les demandes EP 71 991 et EP 314 406, ou les porphyrines telles que citées dans la demande EP 71 991 ou encore les phtalocyanines telles que celles de la demande PCT/WO 88 04777.

Dans le cas d'un dosage en milieu liquide utilisant des
10 composés donneurs phosphorescents, la lecture sera effectuée soit sur un support solide, soit en ajoutant au milieu de mesure des molécules capteurs d'oxygène, ces techniques étant connues de l'homme du métier.

Les chlorophylles et les phtalocyanines peuvent
15 également être utilisées comme composés accepteurs fluorescents en utilisant comme composé donneur un cryptate ou un chélate d'euporium.

Comme source de lumière permettant l'excitation du composé luminescent donneur, on utilisera avantageusement une
20 source de lumière modulable telle que celles décrites dans Lakowicz, Principles of fluorescent spectroscopy, Plenum Press, New-York, 1983, p. 96-100.

Le procédé d'amplification de l'invention trouve en particulier une application importante dans les dosages
25 immunologiques par fluorescence, aussi bien dans les méthodes de dosage dites par compétition que par excès, en phase homogène ou hétérogène, décrits dans l'art antérieur (Landon, Ann. Clin. Biochem, 1981, 18, 253 et E. SOINI et al, Clin. Chem. 1979, 25, 353).

En particulier, le procédé d'amplification de
30 l'invention peut être avantageusement utilisé dans les dosages immunologiques en milieu sérique nécessitant une haute sensibilité, celle-ci étant habituellement affectée par un important bruit de fond.

35

En effet, le procédé d'amplification de l'invention permet d'utiliser des traceurs ayant un rendement quantique global faible et dont le signal résiduel est donc également plus faible.

05 L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples ci-après qui ne présentent aucun caractère limitatif.

EXEMPLE-1-:

Deux séries d'essais d'amplification dynamique ont été réalisées en utilisant en tant que composé donneur un cryptate d'Europium Eu trisbipyridine (Eu TBP) préparé comme décrit dans
10 la demande EP 180 492 (exemple 5) et comme composé accepteur l'allophycocyanine (Interchim, France) et d'autre part en utilisant comme composé donneur un cryptate de terbium Tb trisbipyridine (Tb TBP) préparé de manière analogue à Eu trisbipyridine et comme
15 composé accepteur la rhodamine B (Fluka, Suisse) ou la 8 phycoérythrine (Sigma, USA).

Le composé donneur est utilisé à une concentration de 10^{-8} M/l dans différents tampons :

- tampon phosphate 0,1 M pH 7,4
- 20 - tampon Tris 0,1 M pH 8
- tampon Tris HCl 0,1 M pH 7,1

ces tampons contenant également de la serum albumine humaine à 1 g/l, en présence de différentes concentrations de composé accepteur. La fluorescence peut être mesurée en temps résolu au
25 moyen d'un fluorimètre ARCUS (LKB, Suède) en utilisant un filtre interférentiel adapté à l'émission du composé accepteur.

Pour effectuer la mesure de la fluorescence en temps résolu dans le présent essai, on a utilisé un fluorimètre à laser prototype, qui est décrit ci-après :

30 Un laser pulsé à azote (LASER SCIENCE INC., modèle LS1-337ND) est utilisé comme source d'excitation (longueur d'onde à 337,1 nm). La durée des pulsations est spécifiée à 3 nanosecondes et est répétée sous une fréquence de 10 Hertz. Le faisceau passe à travers un filtre (CORNING) afin d'éliminer toute lumière parasite
35 à l'excitation autre que 337 nm.

Après être rentré dans la chambre de mesure, le faisceau est réfléchi par un filtre dichroïque, placé à 45 degrés, qui a la propriété de réfléchir les ultraviolets et de pouvoir transmettre la lumière visible.

05 Le faisceau réfléchi par le filtre dichroïque est focalisé sur le puits à mesurer d'une microplaque par une lentille en silice fondue. L'émission de fluorescence est collectée selon un angle solide de 20 degrés, collimatée par la même lentille, et passe
10 directement à travers le filtre dichroïque (fluorescence en lumière visible).

Un filtre interférentiel, de caractéristiques définies selon la longueur d'onde de fluorescence à détecter, permet de se débarrasser des lumières pouvant parasiter le signal, dont l'intensité est ensuite mesurée par un photomultiplicateur
15 (HAMAMATSU R2949).

Le compteur de photons utilisé est un SR-400 (STANFORD RESEARCH SYSTEMS), dont les opérations et la synchronisation avec le laser sont contrôlées par un ordinateur de type IBM PC-AT via une sortie RS 232. Les pulsations provenant du photomultiplicateur
20 sont enregistrées pendant une fenêtre de temps (t_g) et après un délai (t_d) déterminés à condition qu'elles soient supérieures à un niveau discriminant sélectionné par le compteur de photons afin d'optimiser le rapport signal/bruit du photomultiplicateur.

Une table X-Y, pilotée par l'IBM PC-AT, permet les
25 différents positionnements de la microplaque de mesure par des moteurs pas à pas, incluant les manoeuvres de chargement, de positionnement sous le faisceau excitant, de lecture automatique en séquentiel des 96 puits, et de sortie.

30 A 200 μ l d'une solution de Eu TBP ou Tb TBP à $2 \cdot 10^{-8}$ M dans le tampon de travail on ajoute soit 200 μ l de tampon de travail soit 200 μ l des solutions suivantes :

Allophycocyanine à $1,24 \cdot 10^{-5}$ M dans du tampon de travail

35

Rhodamine B à $2 \cdot 10^{-5}$ M, $1,6 \cdot 10^{-5}$ M, $1,2 \cdot 10^{-5}$ M dans du tampon Tris
HCl 0,1 M pH 7,1

05 B phycoerythrine à $1,54 \cdot 10^{-6}$ M et $9,6 \cdot 10^{-7}$ M dans du tampon Tris
HCl 0,1 M pH 7,1.

10 Afin de déterminer l'amplification, la fluorescence a été
mesurée dans un premier temps pour le composé donneur seul par
mesure de la surface du pic émis à 620 nm, avec un filtre
interférentiel de 80 % de transmission et de 20 nm de largeur à
mi-hauteur pour Eu TBP et à 545 nm avec un filtre de 80 % de
transmission et de 20 nm de largeur à mi-hauteur pour Tb TBP.

15 Dans un second temps, la fluorescence du mélange est
déterminée après excitation à 307 nm et mesurée de la même
manière mais à 670 nm pour le composé donneur en présence du
composé accepteur (allophycocyanine) et à 580 nm (rhodamine, B
phycoerythrine).

La lecture est effectuée à des délais de 0,1 et 0,05 ms.
On mesure également la durée de vie des signaux émis.

20

Les résultats sont les suivants :

1) Eu trisbipyridine dans un tampon phosphate 0,1 M pH 7,4

05	Allophycocyanine	τ ms	signal td = 0,1 ms	A	signal td = 0,05 ms	A
	0	0,6	40	1	43,5	1
	$6,2 \cdot 10^{-6} M$	0,13	52,5	1,3	77	1,8

10

2) Eu trisbipyridine dans un tampon Tris 0,1 M pH 8

15	Allophycocyanine	τ ms	signal td = 0,1 ms	A	signal td = 0,05 ms	A
	0	0,34	22,5	1	26	1
	$6,2 \cdot 10^{-6} M$	0,1	54	2,4	90	3,5

3) Tb trisbipyridine dans un tampon Tris HCl 0,1 M pH 7,1

20	Rhodamine B	τ ms	signal td = 0,1 ms	A	signal td = 0,05 ms	A
	0	0,34	31	1	36	1
	10 ⁻⁵ M	0,086	106	3,4	190	5,3
	8.10 ⁻⁶ M	0,095	95	3	162	4,5
	6.10 ⁻⁶ M	0,115	85	2,7	132	3,7

25 4) Tb trisbipyridine dans un tampon Tris HCl 0,1 M pH 7,1

30	B Phycoerythrine	τ ms	signal td = 0,1 ms	A	signal td : 0,05 ms	A
	0	0,34	31	1	36	1
	7,7.10 ⁻⁷ M	0,124	142	4,6	214	5,9
	4,8.10 ⁻⁷ M	0,174	152	4,9	200	5,5

τ = durée de vie du signal émis

td = délai de lecture

A = amplification.

35

Les résultats montrent que dans tous les cas on obtient une amplification du signal émis par le composé accepteur par rapport à celui du composé donneur seul. Cette amplification varie de 1,8 à 5,9.

05 EXEMPLE-2-:

Un essai d'amplification dynamique a été réalisé de la même manière que décrit dans l'exemple 1 en utilisant le cryptate d'euporium Eu trisbipyridine (préparé selon l'exemple 5 de la demande EP 180 492) en tant que composé donneur à une concentration de 10^{-8} M/l et l'allophycocyanine (Cyanotech, USA) en tant que composé accepteur à une concentration de $6,2 \cdot 10^{-6}$ M, dans de l'eau ou du tampon phosphate 0,1 M pH 7,4.

Dans un premier temps, on a déterminé le rendement de désactivation de la terre rare (ϕ_3 Eu) dans les 2 tampons utilisés selon la formule

$$\phi_3 \text{ Eu} = \frac{\tau}{\tau_{77}}$$

dans laquelle

- 20 - τ est la durée de vie du cryptate d'euporium Eu trisbipyridine mesurée dans les conditions de l'essai,
- τ_{77} est la durée de vie de ce cryptate dans l'eau lourde à 77° K (azote liquide).

25 Par ailleurs, on détermine le rendement quantique global (ϕ total) selon une méthode classique comme décrit par exemple dans Lakowicz, Principles of fluorescent spectroscopy, Plenum Press, New-York, 1983.

On a effectué ensuite la mesure de la fluorescence en temps résolu à l'aide du fluorimètre à laser-prototype décrit dans l'exemple 1 en mettant en présence le cryptate Eu trisbipyridine et l'allophycocyanine comme indiqué dans l'Exemple 1. L'efficacité de transfert a été calculée selon la référence D. Thomas et al., P.N.A.S., 1978, 75, 5746-5750 par la formule

$$E = 1 - \frac{\tau}{\tau_0}, \text{ dans laquelle } \tau \text{ est la durée de vie du donneur en}$$

présence de l'accepteur et τ_0 est la durée de vie du donneur seul.

Les résultats sont rapportés dans le tableau I ci-après:

TABLEAU I

05

10

Milieu	ϕ total	ϕ_3 Eu	Efficacité de transfert à $6,2 \cdot 10^{-6} M$ d'allophycocyanine
tampon Tris 0,1 M pH 8	2 %	23 %	70 %
tampon phosphate 0,1 M pH 7,4	4 %	39 %	80 %

15 Ces résultats montrent qu'en utilisant un composé donneur ayant un rendement quantique total faible, il est néanmoins possible d'obtenir une efficacité de transfert élevée, ce qui entraîne une amplification du signal du composé donneur.

EXEMPLE 3:-

20

Un essai d'amplification dynamique a été réalisé dans les conditions de l'exemple 1 en utilisant comme composé donneur le cryptate de terbium Tb trisbipyridine préparé comme décrit dans la demande EP 180 492 et comme composés accepteurs la 8 phycoerythrine (Sigma, USA) ou la rhodamine 8 (Fluka, Suisse) 25 afin de déterminer la concentration en accepteur permettant d'obtenir une efficacité de transfert de 50 %.

Le chelate de terbium Tb (DPA)₃ décrit dans D. Thomas et al., P.N.A.S., 1978, 75, 5746-5750, qui possède un rendement quantique de 100 %, a été utilisé comme référence.

30

Les résultats montrent que les concentrations en accepteurs (8 phycoerythrine ou rhodamine 8) permettant d'obtenir une efficacité de transfert de 50 %, en utilisant comme donneur le cryptate de terbium Tb trisbipyridine dont le rendement quantique est voisin de 2 % sont du même ordre ($6 \cdot 10^{-7} M$) que celles 35 mesurées en utilisant le chelate de terbium Tb (DPA)₃ dont le

rendement quantique est voisin de 100 %.

Ceci entraîne une amplification du signal du donneur Tb trisbipyridine.

EXEMPLE 4 : Dosage de la prolactine :

05 Un immuno essai homogène montrant l'application du principe de l'amplification au dosage de la prolactine a été réalisé en utilisant comme composé donneur le cryptate d'euporium Eu trisbipyridine diamine préparé comme décrit dans la demande EP 321 353 (exemples 3 et 4) et comme composé accepteur 10 l'allophycocyanine (Cyanotech, USA) couplés respectivement aux anticorps monoclonaux anti-prolactine E₁ et 303 (CIS bio international, France) reconnaissant 2 épitopes distincts de la prolactine.

Les abréviations utilisées ci-après sont les suivantes :

15 APC = allophycocyanine
 DTT = dithiothreitol
 EuTBP = cryptate d'euporium Eu trisbipyridine diamine
 HSA = serum albumine humaine
 IgG = immunoglobuline G
 20 SPDP = N-succinimidyl 3(2-pyridyldithio)propionate
 Sulfo-SMCC = sulfosuccinimidyl 4(N-maléimidométhyl)cyclohexane 1-carboxylate.

1) PREPARATION DES IgG 303-APC

a) Activation de l'APC par le sulfo-SMCC

25 L'APC (3 mg) commercialement fournie sous forme précipitée dans une solution à 60 % de sulfate d'ammonium, est centrifugée. Après élimination du surnageant, le culot est repris par 250 μ l de tampon phosphate 100 mM, pH 7,0, puis filtré à 0,8 μ m afin d'éliminer les éventuelles particules en suspension.

30 Le filtrat est purifié par chromatographie d'exclusion sur colonne G25 superfine (Pharmacia, Suède) dans le même tampon. La concentration d'APC éluee dans le volume d'exclusion est déterminée à 650 nm, en considérant un ϵ_{650nm} de $731000M^{-1}cm^{-1}$.

35 L'activation de l'APC est réalisée en ajoutant une solution de sulfo-SMCC préparée extemporanément à raison de 6,9 mM

dans un tampon phosphate 100 mM pH 7,0 et en laissant la réaction se produire pendant une heure, à température ambiante, sous agitation douce (rapport molaire de 15 à 75 sulfo-SMCC par APC). L'APC-maléimide est alors purifiée sur colonne G25 superfine en
05 tampon phosphate 100 mM, EDTA 5 mM, pH 6,5 et conservée à 4°C avant couplage sur IgG 3D3.

b) Activation des IgG-3D3 par le SPDP

Simultanément, 5 mg d'IgG 3D3 à raison de 10 mg/ml dans un tampon phosphate 100 mM, pH 7,0 sont activés par l'ajout d'une
10 solution de SPDP (Pierce, USA) à raison de 6,4 mM dans du dioxane dans un rapport molaire de 7,5 SPDP par IgG 3D3.

Après 35 min d'activation à température ambiante, l'IgG pyridine-2 thione est purifiée sur colonne G25 superfine dans un
tampon phosphate 100 mM, EDTA 5mM, pH 6,5.

15 Les protéines sont concentrées et les groupes 2-pyridyl disulfides sont réduits par une solution de DTT (Sigma, USA) ayant une concentration finale de 19 mM pendant 15 min à température ambiante. Le DTT et la pyridine-2-thione sont éliminés par
purification sur colonne G25 superfine en tampon phosphate 100 mM,
20 EDTA 5mM, pH 6,5. La concentration en IgG-SH est déterminée à 280 nm avec un $\epsilon_{280\text{nm}}$ de $210000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

c) Conjugaison des IgG-3D3-SH avec APC-maléimide

La fixation des groupements thiols sur les maléimides est réalisée en ajoutant 2,51 mg d'APC activées par mg d'IgG
25 3D3-SH. Après 18 heures d'incubation à 4°C et à l'obscurité sous agitation douce, les fonctions thiols restées libres sont bloquées par l'addition d'une solution à 100 mM de N-méthyl maléimide (Sigma, USA) ayant une concentration finale de 20 mM pendant une
heure à température ambiante.

30 Le milieu réactionnel est purifiée par gel filtration sur colonne TSK G3000SW semi-préparative (Beckmann, USA) en tampon phosphate 100 mM pH 7,0.

Les concentrations en APC et en IgG 3D3 du conjugué purifié, élué dans le premier pic, sont déterminées par les
35 absorptions à 280 nm et à 650 nm, selon le calcul suivant :

$$\begin{aligned} [APC]_{\text{Mole/l}} &= A_{650\text{nm}}/710000 \\ [IgG]_{\text{Mole/l}} &= (A_{280\text{nm}} - A'_{280\text{nm}})/210000 \end{aligned}$$

avec $A'_{280\text{nm}}$ étant la contribution à cette longueur d'onde de l'APC-maléimide, déterminée plus haut (paragraphe 1 - a)).

05 De l'albumine sérique humaine (HSA) est rajoutée à concurrence de 1 g/l au conjugué qui est ensuite réparti en aliquotes puis congelé à -20°C .

2) PREPARATION-DES-CONJUGUES-IgG-E1--Eu-TBP

10 La préparation de IgG E1-SH est réalisée selon le protocole décrit plus haut pour les IgG 3D3 mais en faisant varier le rapport molaire de 4 à 16 SPDP par IgG E1.

15 A 5 mg ($5 \cdot 10^{-6}$ moles) de Eu TBP est ajoutée une solution à 25 mM de sulfo-SMCC, en tampon phosphate 20 mM, diméthylformamide 10 % (v/v) pH 7,0 dans une proportion de 2,5 moles d'activateur par mole de EuTBP.

20 Après 45 min d'activation à température ambiante, le milieu réactionnel est filtré à $0,8 \mu\text{m}$ afin d'éliminer le précipité éventuellement formé. Les produits réactionnels indésirables (sulfo-SMCC, N-hydroxysuccinimide, acide (N-maléimidométhyl) carboxylique) sont éliminés par chromatographie échangeuse d'ions sur colonne Mono Q (Pharmacia, Suède) en tampon phosphate 20 mM diméthylformamide 10 % (v/v), pH 7,0 sous choc de NaCl. La concentration en Eu TBP maléimide est déterminée à 307 nm avec un $\epsilon_{307\text{nm}}$ de $25000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ainsi que le rapport $A_{307\text{nm}}/A_{280\text{nm}}$.

25 De façon similaire à celle décrite plus haut on fait réagir les fonctions maléimides avec les fonctions thiols fixés sur l'anticorps, dans des proportions molaires variant de 10 à 30 Eu TBP maléimide par IgG E1-SH.

30 Après 18 heures d'incubation à 4°C et blocage des groupements thiols (éventuellement restés libres) par N-méthylmaléimide, le Eu TBP non couplé est éliminé par dialyse en tampon phosphate 100 mM pH 7,0 à 4°C jusqu'à épuisement (plus de fluorescence dans les bains de dialyse).

35 Les caractéristiques du conjugué sont déterminées par ses absorptions à 307 nm et à 280 nm en utilisant les valeurs

suivantes en tenant compte de l'absorption propre du cryptate déterminée par le rapport $A_{307\text{nm}}/A_{280\text{nm}}$.

Eu-TBP-maléimide :

$$\epsilon_{307\text{nm}} = 25000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

05 $A_{307\text{nm}}/A_{280\text{nm}}$: déterminée expérimentalement.

IgG-E1-SH :

$$\epsilon_{280\text{nm}} = 210000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

$$\epsilon_{307\text{nm}} = 0 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

3) APPLICATION-AU DOSSAGE-DE-LA-PROLACTINE

10 On ajoute successivement dans des microplaques en polystyrène de 96 puits (Dynatech, USA) de 350 μl :

- 100 μl de solution standard de prolactine de concentration connue

- 100 μl de conjugué IgG E1-Eu TBP (donneur) à 0,5 $\mu\text{g/ml}$

15 - 100 μl de conjugué IgG 3D3-APC (accepteur) à 3 $\mu\text{g/ml}$

Les deux conjugués sont dilués dans du tampon phosphate 50 mM, HSA 1 g/l, pH 7,4.

Après incubation pendant une heure à température ambiante, on effectue la lecture à l'aide du fluorimètre à laser (prototype) décrit dans l'exemple 1 équipé d'un filtre à 650 nm de 20 nm de largeur, avec un délai de 50 μs et pendant 100 μs .

Les résultats obtenus, exprimés en coups par seconde (cps), sont rapportés dans le tableau II ci-après :

TABLEAU II

		cps	Δ cps
25	tampon HSA	4890	
	prolactine 0	9579	0
	1200 μU	13638	4059
	3000 μU	17638	8059
30	6500 μU	23108	13529

Ces résultats montrent que le signal mesuré résultant du transfert donneur-accepteur varie proportionnellement à la concentration en prolactine dans le milieu.

35 Les composés donneurs à faible rendement quantique selon

l'invention sont donc particulièrement adaptés à ce type de dosage immunologique.

EXEMPLE 5 : Dosage de la prolactine :

05 Un autre essai a été réalisé de manière analogue à celle décrite ci-dessus dans l'exemple 4, paragraphe 3), en utilisant un composé accepteur différent : la C phycocyanine (Cyanotech, USA) .

On ajoute successivement dans des microplaques en polystyrène de 96 puits (Dynatech, USA) de 350 μ l :

- 10 - 100 μ l de solution standard de prolactine de concentration connue
- 100 μ l de conjugué IgG E1-Eu TBP (donneur) à 0,1 ou 0,5 μ g/ml
- 100 μ l de conjugué IgG 3D3-Phycocyanine à 3 μ g/ml.

15 Les deux conjugués sont dilués dans du tampon phosphate 50 mM, HSA 1 g/l, pH 7,4.

La mesure est effectuée après une heure d'incubation à température ambiante à l'aide du fluorimètre à laser décrit dans l'exemple 1 équipé d'un filtre à 647 nm de 20 nm de largeur.

20 Les résultats sont donnés dans le tableau III ci-après et exprimés en coups par seconde (cps) :

TABLEAU III

		cps	Δ cps
	tampon HSA	4890	
25	- IgG E1-Eu TBP 0,1 g/ml		
	Prolactine 0	5543	0
	250 μ U	6525	982
	1000 μ U	7731	2188
	10000 μ U	8595	3052
30	- IgG E1-Eu TBP 0,5 g/ml		
	Prolactine 0	9266	0
	250 μ U	10359	1086
	1000 μ U	15010	5744
35	10000 μ U	22805	13539

Ces résultats montrent à nouveau la variation du signal mesuré résultant du transfert donneur-accepteur, proportionnellement à la quantité de prolactine présente dans le milieu.

05 EXEMPLE 6 - Dosage de l'antigène 19.9.

L'antigène 19.9 est un carbohydrate représentatif du carcinome du colon.

10 Le site de l'anticorps anti-19.9 étant un épitope répétitif, on marque le même anticorps soit avec le donneur, soit avec l'accepteur.

On utilise pour cet immuno-essai homogène des conjugués anticorps - Eu TBP et anticorps -APC préparés de manière analogue à celle décrite dans l'exemple 4.

15 L'antigène 19.9 et l'anticorps anti-19.9 sont fournis par Centochor, USA.

Les deux conjugués sont dilués dans un tampon phosphate 100 mM, Na F 150 mM, HSA 1 g/l, pH 6.

20 On réalise une gamme standard d'antigène 19.9 par dilution d'une solution concentrée d'antigène dans du sérum de veau nouveau-né.

On ajoute successivement dans des microplaques en polystyrène de 96 puits (Dynatech, USA) :

- 50 μ l de solution standard d'antigène 19.9
- 50 μ l de tampon de dilution
- 25 - 100 μ l de conjugué anticorps-Eu TBP à 0,5 μ g/ml
- 100 μ l de conjugué anticorps-APC à 5 μ g/ml.

30 Après incubation pendant 3 h30 à température ambiante, on effectue la lecture à l'aide du fluorimètre à laser décrit dans l'exemple 1 équipé d'un filtre à 650 nm de 20 nm de largeur, avec un délai de 50 μ s pendant 400 μ s.

Les résultats sont rapportés dans le tableau IV ci-après et exprimés en unités arbitraires (UA).

TABLEAU IV

Antigène 19.9 u/ml	Signal UA
0	312
9	419
30	572
64	890
138	1602
278	2491

Ces résultats montrent que le signal mesuré varie proportionnellement à la quantité d'antigène 19.9 dans le milieu.

EXEMPLE-7--Dosage-de-l'antigène-carcinoembryonnaire-(ACE):

Dans cet immuno-essai homogène, on utilise deux anticorps monoclonaux G12 et G15 (CIS bio international, France) couplés respectivement avec du cryptate d'euporium Eu TBP et de l'allophycocyanine.

Les deux conjugués G12-Eu TBP et G15-APC sont dilués dans un tampon phosphate 100 mM, HSA 1 g/l, NaF 150 mM.

On ajoute successivement dans des microplaques en polystyrène (Dynatech, USA) :

- 100 μ l de solution standard
- 100 μ l de conjugué G12-cryptate à 0,5 μ g/ml
- 100 μ l de conjugué G15-APC à 5 μ g/ml.

Après incubation pendant 3 h à 37°C on effectue la lecture à l'aide d'un fluorimètre à laser décrit dans l'exemple 1 équipé d'un filtre à 650 nm de 20 nm de largeur, avec un délai de 50 μ s, pendant 400 μ s.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau V ci-après et exprimés en unités arbitraires (UA) :

TABLEAU V

ACE ng/ml	Signal UA
0	345
5,9	420
21	474
72	769
2634	1058

05

10

Les résultats montrent une variation du signal émis proportionnelle à la concentration en ACE. De plus, l'amplification du signal permet de détecter l'ACE avec une sensibilité de l'ordre du ng/ml.

EXEMPLE-8:-

15

Dosage de la digoxine

La digoxine est un glucoside cardiotonique utilisé comme principe actif de médicaments traitant l'insuffisance cardiaque.

A/ Préparation d'un traceur allophycocyanine-digoxine par couplage au periodate.

20

a) activation de la digoxine par le periodate

268 μ l d'une solution de NaIO_4 (Fluka, Suisse) préparée extemporanément sont ajoutés à une suspension de digoxine (ref 37100 Fluka, Suisse) de 5,35 mg dans 268 μ l d'éthanol absolu.

25

Le mélange est incubé pendant 20 min à température ambiante sous agitation, puis la réaction est bloquée par ajout de 100 μ l de glycérol 0,1 M.

La concentration finale en digoxine activée calculée sur la masse initiale et le volume final est de $1,2 \times 10^{-2}$ M.

b) couplage de la digoxine activée avec l'allophycocyanine (APC)

30

A 2 ml de solution APC purifiée (Cyanotech, USA) en tampon borate pH 9,0 sont ajoutés 95 μ l de la solution de digoxine activée au periodate.

35

Le mélange est incubé pendant 1h30 à température ambiante sous agitation douce. La réaction est bloquée par ajout de 100 μ l d'une solution de borohydrure de sodium préparée extemporanément à

raison de 5 mg de NaBH_4 dans 1,32 ml de tampon borate pH 9,0.

c) purification du traceur APC-digoxine

05 2 ml du mélange réactionnel sont injectés sur une colonne HR 10/10 G25 (Pharmacia, Suède) équilibrée en tampon phosphate 100 mM, pH 7, et élués dans le volume exclu. Les réactifs en excès sont élués par 8 ml de tampon.

On récupère environ 4 ml de solution de produit couplé APC-digoxine à 1,22 mg/ml en APC (mesurée par l'absorbance à 650 nm).

10 La concentration en digoxine est évaluée par un dosage RIA ou DELFIA (Pharmacia, Suède).

Le rapport molaire final calculé digoxine/allophycocyanine est d'environ 0,8.

B/ Dosage homogène compétitif de la digoxine en sérum humain:

15 On prépare un conjugué anticorps-cryptate d'euporium Eu TBP diamine de manière analogue à celle décrite dans l'exemple 1, en utilisant un anticorps monoclonal de souris anti-digoxine (ref. G 31604 M, Interchim, France). Ce conjugué anticorps-cryptate est utilisé à la concentration de $0,5 \mu\text{g/ml}$ en tampon phosphate 100 mM, NaF 150 mM, HSA 1 g/l, pH 7.

20 Le traceur APC-digoxine est utilisé à une concentration de $0,2 \mu\text{g/ml}$ dans le même tampon.

On prépare une gamme de standards digoxine par dilution en sérum humain d'une solution de digoxine (Fluka, Suisse) à 1 mg/ml dans un mélange éthanol/eau 50/50.

25 La courbe standard est réalisée à l'aide de prises de 250 μl contenant

- 50 μl de tampon phosphate
- 50 μl de standard
- 30 -100 μl de traceur APC-digoxine
- 100 μl de conjugué anticorps-cryptate.

Les échantillons à doser sont composés de la même façon en remplaçant les 50 μl de standard par 50 μl de sérum individuel à doser.

35 Le dosage est réalisé dans des microplaques de 96 puits

(Dynatech, USA).

Après 30 min d'incubation à température ambiante, on effectue la lecture sur un fluorimètre à laser tel que décrit dans l'exemple 1, équipé d'un filtre à 665 nm, de 20 nm de largeur à mi-hauteur, dans une fenêtre de temps de 100 μ s, après un délai de 50 μ s.

Les résultats sont exprimés en pourcentage du rapport B/B_0 dans lequel B représente la valeur obtenue pour chaque standard et B_0 celle du standard 0.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau VI ci-après :

TABLEAU VI

15	Standard digoxine ng/ml	B/B_0 %
	0	100
	1,6	96,21
	3,2	87,15
20	6,4	73,57
	12,8	56,24
	26	48,86

Ces résultats montrent que les valeurs obtenues varient proportionnellement à la concentration en digoxine.

EXEMPLE 9 :

Dosage de la thyroxine.

A/ Préparation d'un traceur allophycocyanine-thyroxine-(APC- T_4)

a) Activation de la thyroxine par le S-AMSA

30 A 500 μ l d'une solution à 20 mg/ml de T_4 (Calbiochem, France) dans du méthanol sont ajoutés 500 μ l d'une solution de S-AMSA (Sigma, USA) à 8,7 mg/ml (50mM) dans du méthanol et le mélange est incubé 15 mn à température ambiante, avant ajout de 500 μ l d'une solution d'hydroxylamine à 6,95 mg/ml (100 mM) dans
35 du méthanol. Après 15 min d'incubation à température ambiante,

975 μ l du mélange réactionnel sont prélevés et additionnés de 525 μ l d'eau bidistillée filtrée sur filtre MILLIPORE HA 0,45 μ m. Cette solution est passée par fractions de 250 μ l sur une colonne HPLC Pep.RPC HR 5/5 (Pharmacia, Suède) et éluée par un mélange méthanol/eau 65/35. Les trois premiers pics élués sont récupérés, et les fractions successives sont jointes et évaporées sous vide dans un évaporateur rotatif. On récupère environ 3 mg de T_4 activée (T_4 -SH).

b) Activation de l'allophycocyanine par le-SMCC

10 10 mg d'APC sont purifiés, puis concentrés sur cône AMICON CENTRICON 30 jusqu'à une concentration de 10,6 mg/ml sous 700 μ l.

15 A cette solution sont ajoutés 160 μ l d'une solution de sulfo-SMCC (Pierce, USA) à 10 mg/ml dans un tampon phosphate 100 mM, pH 7. Le mélange réactionnel est incubé 1 h à température ambiante sous agitation, puis l'APC activée est purifiée par chromatographie d'exclusion sur colonne G 25 HR 10/10 (Pharmacia, Suède) en tampon phosphate pH 7.

c) Couplage de la thyroxine activée avec l'allophycocyanine activée

20 Le contenu du ballon de T_4 -SH est repris par 200 μ l de méthanol 50 μ l de cette solution sont ajoutés à 2 ml de solution d'APC activée en tampon phosphate 100 mM, pH 7. Le mélange réactionnel est incubé 18 h à 4°C sous agitation, puis les sites maléimides en excès sont bloqués par 5 μ l d'une solution de mercaptoéthanol (Sigma, USA) au 1/10 dans le tampon phosphate.

d) Purification du traceur-APC- T_4

30 Le mélange réactionnel est concentré jusqu'à un volume de 1 ml sur dispositif d'ultrafiltration AMICON CENTRICON 30, puis 50 μ l d'une solution de N-AANS à 1 mg/ml dans le tampon phosphate sont ajoutés (concentration finale en N-AANS environ 50 μ g/ml). Le traceur est finalement purifié sur colonne de chromatographie d'exclusion PHARMACIA G 25 HR 10/10 (tampon d'élution phosphate 100 mM pH 7). On obtient 2,5 ml environ de traceur à la concentration (calculée par DO à 650 nm, ϵ = 731 000) de 0,8 mg/ml.

35 L'évaluation du nombre de molécules de T_4 couplées par

molécule d'APC est réalisée par dosage RIA du traceur et comparaison à une courbe standard en T_4 (trousse T_4 -KPR, ORIS Industrie, France). Le calcul donne un rapport sur le traceur purifié de 1,4 T_4 /APC.

- 05 La purification du traceur APC- T_4 s'effectue en présence de N-AANS synthétisé à partir de N-ANS (KODAK, USA) par une modification du protocole décrit par HINDS et al. (CLIN. CHEM. 32, 16-21, 1986).

10 B/ Dosage-homogène-compétitif-de-la-thyroxine-en-sérum-humain

- On prépare un conjugué anticorps-cryptate d'euporium Eu TBP diamine de manière analogue à celle décrite dans l'exemple 1, en utilisant un anticorps monoclonal de souris anti- T_4 R₄₁ (CIS bio international, France). Ce conjugué est utilisé à la concentration de 2 μ g/ml en tampon phosphate 100 mM, NaF 120 mM, HSA 0,2 %, pH 7.

- On prépare une gamme de standards T_4 par dilution dans un sérum humain normal traité par échange d'ions et dépourvu de T_4 . La courbe standard est réalisée à l'aide de prises de 250 μ l contenant
- 20 - 50 μ l de solution de N-AANS
 - 50 μ l de sérum humain dépourvu de T_4 ou 50 μ l de l'un des standards T_4
 - 100 μ l de traceur APC- T_4
 - 100 μ l de conjugué anticorps-cryptate.

- 25 Les échantillons à doser sont composés de la même manière, en remplaçant les 50 μ l de standard par 50 μ l de sérum individuel à doser.

Le dosage est réalisé dans des microplaques de 96 puits (Dynatech, USA).

- 30 Après incubation pendant 30 mn à température ambiante, on effectue la lecture sur un fluorimètre à laser tel que décrit dans l'exemple 1 équipé d'un filtre à 665 nm, de 20 nm de largeur à mi-hauteur, en utilisant une lampe Flash 1000 Hz comme source d'excitation pendant 1 s, dans une fenêtre de temps de 100
- 35 μ s, après un délai de 50 μ s.

Les valeurs obtenues pour chaque standard (B) sont divisées par la valeur du standard 0 (B_0) et exprimées en pourcentage (B/B_0 %). La concentration des échantillons à doser est calculée par comparaison avec la courbe standard.

05

Les résultats sont rapportés dans le tableau VII ci-après:

TABLEAU VII

10

15

thyroxine ng/ml	B/B_0 %
0	100
10	91
20	82,6
50	61,7
100	43,3
250	23

20

Les résultats montrent que les valeurs obtenues varient proportionnellement à la concentration en T_4 .

25

30

35

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'amplification du signal d'émission d'un composé luminescent utilisé comme composé donneur dans un dosage par luminescence, dans lequel on met en oeuvre également un
05 composé luminescent accepteur, caractérisé en ce que le composé luminescent donneur possède un rendement quantique global faible et en ce que le rendement quantique de désactivation radiative du niveau émissif du donneur est inférieur au rendement quantique de l'accepteur.
- 10 2. Procédé d'amplification du signal d'émission d'un cryptate ou d'un chelate de terre rare utilisé comme composé luminescent donneur dans un dosage par luminescence, dans lequel on met en oeuvre également un composé luminescent accepteur, caractérisé en ce que le cryptate ou le chelate de terre rare
15 possède un rendement quantique global faible et en ce que le rendement quantique de désactivation radiative du niveau émissif de la terre rare est inférieur au rendement quantique de l'accepteur.
- 20 3. Procédé homogène de détection et/ ou de détermination par luminescence d'un analyte dans un milieu susceptible de le contenir, par mise en évidence du produit de la réaction entre l'analyte et au moins un récepteur correspondant, consistant :
 - 1) à ajouter audit milieu un premier réactif constitué d'au moins un récepteur dudit analyte,
 - 25 2) à ajouter un second réactif choisi parmi l'analyte ou au moins l'un de ses récepteurs, l'un des deux réactifs étant couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare et l'autre réactif étant couplé avec un composé luminescent accepteur, l'ordre d'ajout des
30 réactifs pouvant être inversé et, après excitation du mélange par une source de lumière à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
 - 3) à mesurer le signal d'émission du composé luminescent accepteur,
 - 35 caractérisé en ce que le cryptate ou le chelate de terre rare

utilisé comme composé donneur possède un rendement quantique global faible et en ce que le rendement de désactivation radiative du niveau émissif de la terre rare est inférieur au rendement quantique de l'accepteur.

05 4. Procédé selon la revendication 3 consistant en une méthode par excès, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 10 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par au moins un récepteur dudit analyte, couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare,
- 2) à ajouter un second réactif constitué par un ou plusieurs autres récepteurs dudit analyte, ledit second réactif étant couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 15 3) à faire incubier ledit milieu après chaque addition de réactifs ou après l'addition des deux réactifs,
- 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur.

20 5. Procédé selon la revendication 3 consistant en une méthode par compétition, caractérisé en ce qu'il consiste :

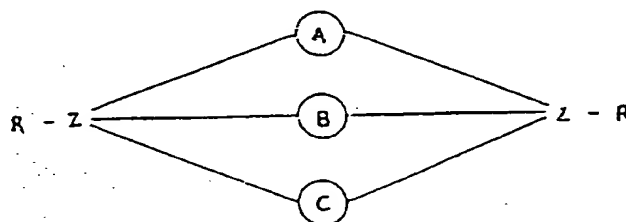
- 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par un récepteur dudit analyte, couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chelate de terre rare,
- 25 2) à ajouter un second réactif constitué de l'analyte couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 3) à faire incubier ledit milieu après chaque addition de réactifs ou après l'addition des deux réactifs,
- 30 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur ,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur .

6. Procédé selon la revendication 3 consistant en une méthode par compétition, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 35 1) à ajouter, audit milieu contenant l'analyte recherché, un premier réactif constitué par un récepteur dudit analyte, ledit

- récepteur étant couplé avec un composé luminescent accepteur,
- 2) à ajouter, un second réactif constitué de l'analyte couplé avec un composé luminescent donneur constitué par un cryptate ou un chélate de terre rare,
- 05 3) à faire incuber ledit milieu soit après l'addition de chaque réactif, soit après l'addition des deux réactifs,
- 4) à exciter le milieu résultant à la longueur d'onde d'excitation du composé luminescent donneur,
- 5) à mesurer le signal émis par le composé luminescent accepteur .
- 10 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le premier réactif et le second réactif sont ajoutés simultanément au milieu contenant l'analyte recherché.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce qu'on utilise un seul récepteur de l'analyte, qui
- 15 est couplé soit avec le composé luminescent donneur, soit avec le composé luminescent accepteur.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le composé luminescent donneur est un chélate ou un cryptate de terbium ou d'euporium.
- 20 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le composé donneur est un cryptate de terre rare constitué d'au moins un sel de terre rare complexé par un composé macropolycyclique de formule générale :

25

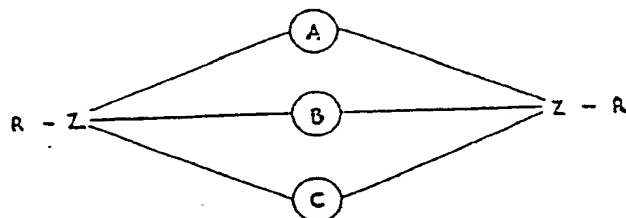


30

- dans laquelle Z est un atome ayant trois ou quatre valences, tel que l'azote, le carbone ou le phosphore, R est rien ou représente l'hydrogène, le groupe hydroxy, un groupe amino ou un radical hydrocarboné, les radicaux bivalents (A), (B) et (C) sont
- 35 indépendamment l'un de l'autre des chaînes hydrocarbonées qui

contiennent éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes et sont éventuellement interrompues par un hétéromacrocycle, au moins l'un des radicaux (A), (B) ou (C) comportant de plus au moins un motif moléculaire ou étant essentiellement constitué par un motif moléculaire, ledit motif moléculaire possédant une énergie de triplet supérieure à celle du niveau émissif de l'ion de terre rare complexé.

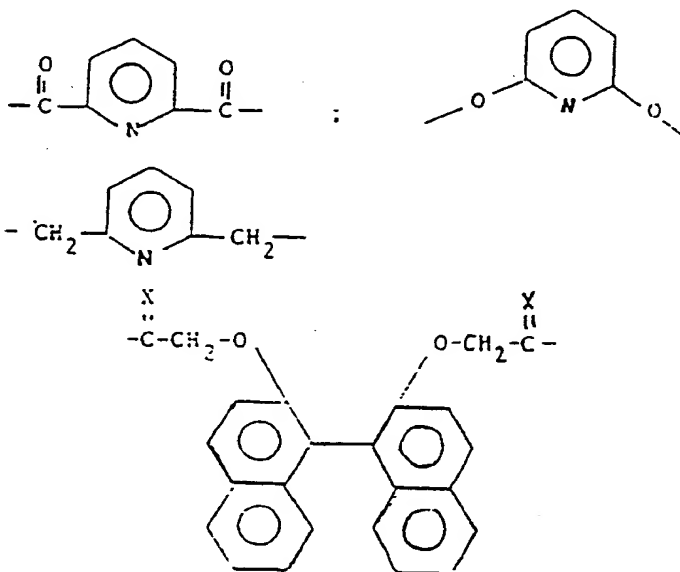
11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le composé cryptate de terre rare est complexé par un composé macropolycyclique de formule générale :



dans laquelle (A), (B) et (C) ont les significations suivantes :

- C₂H₄ - X₁ - C₆H₄ - X₂ - C₂H₄ -
- C₂H₄ - X₁ - CH₂ - C₆H₄ - CH₂ - X₂ - C₂H₄ -

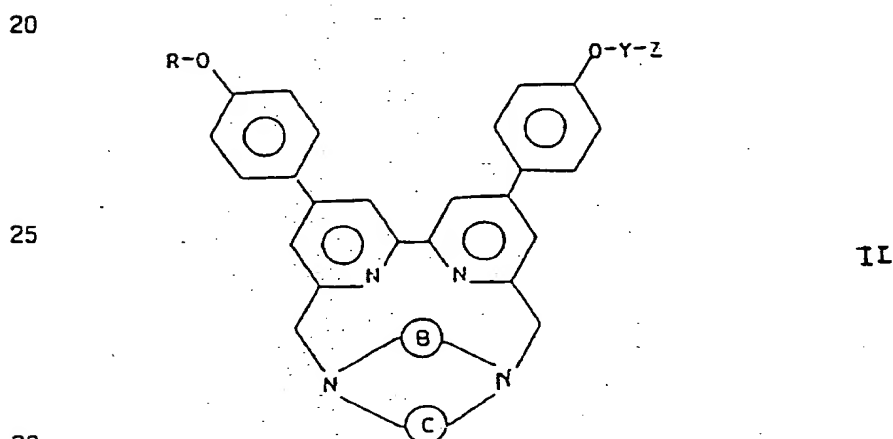
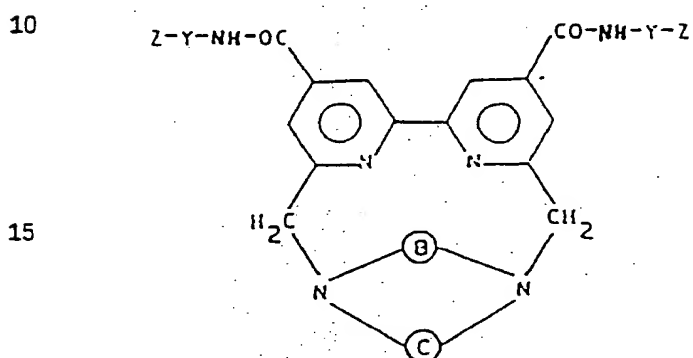
X₁ et X₂ pouvant être identiques ou différents désignent l'oxygène, l'azote ou le soufre ;



X étant l'oxygène ou l'hydrogène.

12. Procédé selon les revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que le composé donneur est le cryptate de terbium Tb trisbipyridine ou le cryptate d'euporium Eu trisbipyridine.

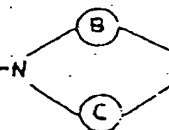
05 13. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le composé luminescent donneur est un cryptate de terre rare constitué d'au moins un sel de terre rare complexé par un composé macropolycyclique de formule I ou II :

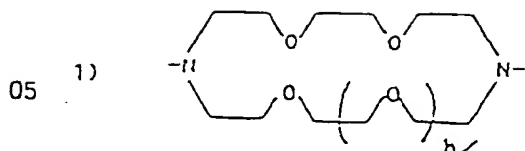


dans lesquels :

- le cycle de formule -N-B-N- est l'un des cycles suivants :

35

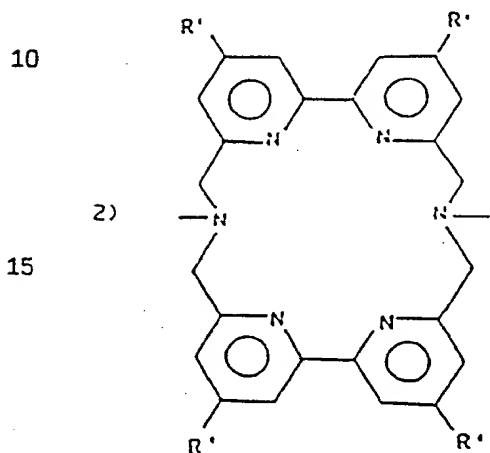




$n = 0$ ou 1

macrocycle (N_2O_4) ou cycle (22)

macrocycle (N_2O_3) ou cycle (21)



macrocycle bis-bipyridine

- Y est un groupe ou un bras d'espacement qui est constitué par un radical organique bivalent, choisi parmi les groupes alkylène linéaires ou ramifiés en C_1 à C_{20} , contenant éventuellement une ou plusieurs doubles liaisons et/ou étant éventuellement interrompus par un ou plusieurs hétéroatomes, tels que l'oxygène, l'azote, le soufre ou le phosphore, parmi les groupes cycloalkylène en C_5 - C_8 ou parmi les groupes arylène en C_6 à C_{14} , lesdits groupes alkylène, cycloalkylène ou arylène étant éventuellement substitués par des groupes alkyle, aryle ou sulfonate;

- Z est un groupe fonctionnel susceptible de se lier de façon covalente avec une substance biologique ;

- R est un groupe méthyle ou représente le groupe -Y-Z ;

- R' est l'hydrogène ou un groupe -COOR" dans lequel R" est un groupe alkyle en C_1 à C_{10} et représente de préférence le groupe

méthyle, éthyle ou tertiobutyle ou bien R' est un groupe -CO-NH-Y-Z.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le composé fluorescent donneur est un cryptate d'euporium et en ce que le composé fluorescent accepteur est choisi parmi l'allophycocyanine, l'allophycocyanine B, la C phycocyanine ou la R phycocyanine.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le composé fluorescent donneur est un cryptate de terbium et en ce que le composé fluorescent accepteur est choisi parmi les rhodamines, la thionine, la R phycocyanine, la phycoerythrocyanine, la C phycoerythrine, la B phycoerythrine ou la R phycoerythrine.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 91/00567

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵	G01N 33/542 G01N 33/58 G01N 3/533	
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched *		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	G01N C12Q	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	GB, A, 2223096 (UNITED KINGDOM ENERGY AUTHORITY) 28 March 1990 see the whole document	1-15
Y	US, A, 4542104 (L. STRYER et al.) 17 September 1985 see the whole document	1-15
Y	WO, A, 8707955 (BAXTER TRAVENOL LABORATORIES, INC.) 30 December 1987 see the whole document	1-15
A	WO, A, 8905813 (COMPAGNIE ORIS INDUSTRIE S.A.) 29 June 1989, see abstract; page 26, line 7 - page 33, line 9; claims	2-13
A	EP, A, 0180492 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 7 May 1986, see the whole document (cited in the application)	1-15
A	US, A, 4822733 (L.E. MORRISON) 18 April 1989 see the whole document (cited in the application)	1-15
./.		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
13 September 1991 (13.09.91)		1 October 1991 (01.10.91)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	WPIL, File Supplier, Accession No. 86-194289[30] Derwent Publications Ltd, (Londres, GB), & JP, A, 61128169 (MITSUBISHI CHEM. IND. K.K.) 16 June 1986 see abstract	1,2,15
A	-- Annals of Clinical Biochemistry, vol. 18, part 5, September 1981, (Londres, GB), D.S. Smith et al. "A review of fluoroimmunoassay and immunofluoro- metric assay", pages 253-274, see the whole article, (cited in the application)	1
A	-- Clinical Chemistry, vol. 31, No. 3, March 1985 (Winston-Salem, US), I Hemmilä: "Fluoroimmunoassays and immunofluorometric assays pages 359-370, see the whole article (cited in the application)	1-15
T	-- Biochemistry, vol. 7, No.2, February 1968 (Washington, DC, US), R.H. Conrad et al.: "Intramolecular transfer of excitation from tryptophan to 1-dimethylaminonaphthalene-5- sulfonamide in a series of model compounds" pages 777-787, see the whole article (cited in the application)	

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9100567
SA 49379

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 26/09/91. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A- 2223096	28-03-90	None	
US-A- 4542104	17-09-85	None	
WO-A- 8707955	30-12-87	EP-A- 0272320 JP-T- 1500458	29-06-88 16-02-89
WO-A- 8905813	29-06-89	FR-A- 2624862 AU-A- 2908889 EP-A- 0321353 JP-T- 3502575	23-06-89 19-07-89 21-06-89 13-06-91
EP-A- 0180492	07-05-86	FR-A- 2570703 JP-A- 61087680 US-A- 4927923	28-03-86 06-05-86 22-05-90
US-A- 4822733	18-04-89	None	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internat. No

PCT/FR 91/00567

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
Int.C1.5	G 01 N 33/542	G 01 N 33/58 G 01 N 33/533
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
Int.C1.5	G 01 N C 12 Q	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
Y	GB,A,2223096 (UNITED KINGDOM ENERGY AUTHORITY) 28 mars 1990, voir le document en entier ---	1-15
Y	US,A,4542104 (L. STRYER et al.) 17 septembre 1985, voir le document en entier ---	1-15
Y	WO,A,8707955 (BAXTER TRAVENOL LABORATORIES, INC.) 30 décembre 1987, voir le document en entier ---	1-15
A	WO,A,8905813 (COMPAGNIE ORIS INDUSTRIE S.A.) 29 juin 1989, voir abrégé; page 26, ligne 7 - page 33, ligne 9; revendications ---	2-13
A	EP,A,0180492 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 7 mai 1986, voir le document en entier (cité dans la demande) --- -/-	1-15
<p>^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'ladiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
13-09-1991	- 1. 10. 91	
Administration chargée de la recherche internationale	Signature du fonctionnaire autorisé	
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	M. PEIS <i>M. Peis</i>	

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁴		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie ¹⁵	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	No. des revendications visées ¹⁸
A	US, A, 4822/33 (L.E. MURRISON) 18 avril 1989, voir le document en entier, (cité dans la demande) ---	1-15
A	WPIL, File Supplier, Accession no. 86-194289[30], Derwent Publications Ltd, (Londres, GB), & JP, A, 61128169 (MITSUBISHI CHEM. IND. K.K.) 16 juin 1986, voir l'abrégé ---	1,2,15
A	Annals of Clinical Biochemistry, vol. 18, partie 5, septembre 1981, (Londres, GB), D.S. Smith et al.: "A review of fluoroimmunoassay and immunofluorometric assay", pages 253-274, voir l'article en entier, (cité dans la demande) ---	1
A	Clinical Chemistry, vol. 31, no. 3, mars 1985, (Winston-Salem, US), I. Hemmilä: "Fluoroimmunoassays and immunofluorometric assays", pages 359-370, voir l'article en entier, (cité dans la demande) ---	1-15
T	Biochemistry, vol. 7, no. 2, février 1968, (Washington, DC, US), R.H. Conrad et al.: "Intramolecular transfer of excitation from tryptophan to 1-dimethylaminonaphthalene-5-sulfonamide in a series of model compounds", pages 777-787, voir l'article en entier, (cité dans la demande) -----	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9100567
SA 49379

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26/09/91
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB-A- 2223096	28-03-90	Aucun	
US-A- 4542104	17-09-85	Aucun	
WO-A- 8707955	30-12-87	EP-A- 0272320 JP-T- 1500458	29-06-88 16-02-89
WO-A- 8905813	29-06-89	FR-A- 2624862 AU-A- 2908889 EP-A- 0321353 JP-T- 3502575	23-06-89 19-07-89 21-06-89 13-06-91
EP-A- 0180492	07-05-86	FR-A- 2570703 JP-A- 61087680 US-A- 4927923	28-03-86 06-05-86 22-05-90
US-A- 4822733	18-04-89	Aucun	

EPO FORM P0072

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.